

---

## НАУКИ О ЗЕМЛЕ

---

УДК 553.982:551.76.2

### История геологического развития шельфа Восточно-Сибирского моря

А.Ф. Сафронов

*Институт проблем нефти и газа СО РАН, г. Якутск*

*До среднего палеозоя архипелаг Новосибирских островов (Новосибирский блок) являлся частью Сибирского кратона. Одним из ключевых событий в геологической истории рассматриваемой территории является формирование Южно-Анюйского малого океанического бассейна, связанного с позднедевонским-раннекаменноугольным рифтогенезом, которому подвергся Сибирский кратон. С позднего палеозоя на южном склоне Новосибирского блока формируется пассивная континентальная окраина этого океанического бассейна. История развития Новосибирско-Чукотского сегмента существенно отличалась от последовательности событий на Аляске. В позднем палеозое-раннем мезозое северный склон Аляски представлял собой пассивную континентальную окраину океанического залива Тихого океана. После закрытия Южно-Анюйского океана под воздействием процессов позднекрейдовского растяжения в верхнедевонской-неокомской линзе пассивной континентальной окраины Новосибирского блока формируется рифтовая система северо-западного простирания, над которой в последующем сформировался Восточно-Сибирский бассейн. А на севере Аляски формирование впадины Колвилл в это время происходило не в результате процесса растяжения, которому подвергалась Новосибирско-Чукотская система, а за счет изостатической реакции континентальной коры на перемещение в позднеюрское, альбское и раннетретичное время обширных надвиговых пластин на север через хребет Брукса.*

Ключевые слова: шельф, нефтегазоносность, позднедевонский-раннекаменноугольный рифтогенез, Сибирский кратон, Южно-Анюйский бассейн.

### Geological History of the Shelf of The East Siberian Sea

A.F. Safronov

*Institute of Oil and Gas Problems SB RAS, Yakutsk*

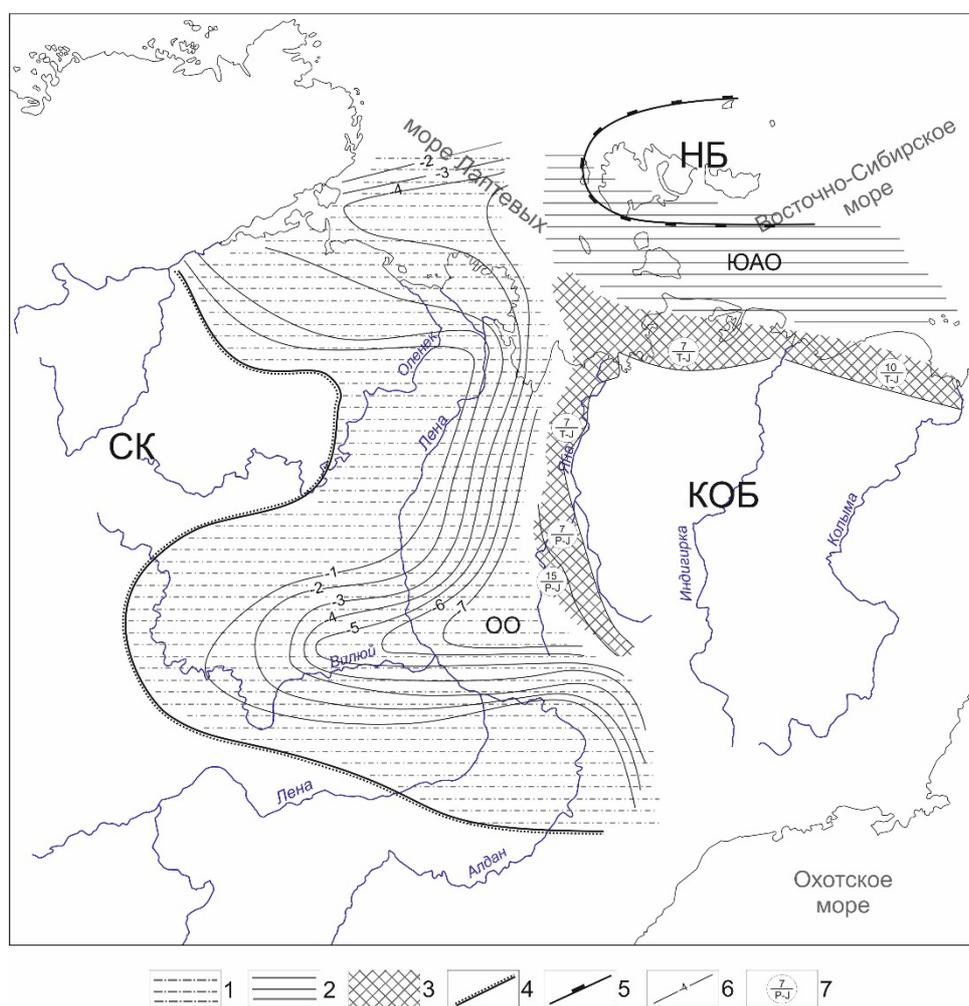
*Until the Middle Paleozoic the Novosibirsk archipelago (Novosibirsk unit) was a part of the Siberian craton. One of the key events in the geologic history of the territory is the formation of the South Anyui small oceanic basin. Formation of South Anyui small oceanic basin is associated with the Late Devonian-Early Carboniferous rifting. From the Late Paleozoic a passive continental margin of this ocean basin has been formed on the southern slope of the Novosibirsk unit. After the closure of the South Anyui Ocean under the influence of the processes of the Late Cretaceous stretching in the Upper Devonian-Neocomian lens of passive continental margin of the Novosibirsk block a rift system of northwestern strike was formed, over which later the East Siberian basin was formed.*

Key words: shelf, hydrocarbon potential, Late Devonian-Early Carboniferous rifting, Siberian craton, South Anyui basin.

Шельф Восточно-Сибирского моря большей частью своей акватории относится к западной части Новосибирско-Северо-Чукотского бассейна. Эта акватория разными исследователями выделяется в разных конфигурациях и под разными названиями. «Якутская» часть акватории этого бассейна с запада ограничена Котельничско-Святоносским поднятием, которое, на наш взгляд, представляет собой вскрытое глубоким эрозионным врезом доверхнепалеозойское основание северного продолжения Западно-Верхоянского складчатого пояса. С востока «якутская» часть ограничивается прогибом Вилькицкого (Жоховская депрессия).

В определенной степени о природе структур шельфа Восточно-Сибирского моря можно су-

дить по фрагментам разреза осадочного чехла, обнажающегося на островах Новосибирского архипелага, и прилегающих структур Восточной Якутии. Есть несколько точек зрения и во всех из них в той или иной форме признается расположение между Верхояно-Чукотской складчатой областью и срединным массивом Де-Лонга крупной впадины (многие исследователи увязывают тектоническую позицию этой впадины с Гиперборейской платформой) (рисунок). Существуют разные представления о стратиграфическом диапазоне осадочного чехла шельфа Восточно-Сибирского моря – от всего стратиграфического объема фанерозоя до отнесения рифей-силурийских отложений к каледонскому фундаменту.



**Схема геодинамической обстановки востока Сибирского континента и северо-восточного сектора российской Арктики в верхнеюрское время:** 1 – позднепалеозойская-нижнемезозойская пассивная континентальная окраина Сибирского кратона; 2 – позднепалеозойская пассивная континентальная окраина Новосибирского блока; 3 – активные континентальные окраины Колымо-Омолонского блока; 4 – внутриконтинентальная граница распространения  $PZ_3 - MZ_1$  отложений на Сибирском кратоне; 5 – граница Новосибирского блока; 6 – изолинии толщин  $PZ_3 - MZ_1$  (в км); 7 – толщины (в знаменателе) и возраст отложений (в числителе) комплексов активных континентальных отложений. Континентальные блоки: СК – Сибирский континент, НБ – Новосибирский блок, КОБ – Колымо-Омолонский блок. Океанические бассейны (заливы): ОО – Оймяконский океан, ЮАО – Южно-Аннуйский океан

Острова Новосибирского архипелага по представлениям [1, 2] являются фрагментом древнего арктического континента (Арктида).

Вскрытый современным эрозионным срезом палеозойско-валанжинский разрез о-ва Котельный деформирован в складки северо-западного простирания в сочетании с надвигами юго-западной и северо-восточной вергентности [3]. Возраст дислокаций (позднемезозойский) устанавливается структурным несогласием на о-ве Столбовом, датируемым концом раннего мела [4]. Весьма показательным строение разреза западной части Новосибирского сегмента упомянутой выше фронтальной зоны. По разрывным нарушениям северо-западного простирания палеозойско-раннемезозойские отложения самой северо-западной части островов Новосибирского архипелага приведены в тектонический контакт с верхнемеловыми-кайнозойскими отложениями.

Мы придерживаемся точки зрения о том, что до среднего палеозоя архипелаг Новосибирских островов (Новосибирский блок) являлся частью Сибирского кратона. Другими словами, до среднего девона Новосибирский блок входил в состав восточной пассивной континентальной окраины Сибирского кратона, распространявшейся далеко на восток [5].

Одним из ключевых событий в геологической истории рассматриваемой территории является формирование Южно-Аннуйского малого океанического бассейна, по-видимому, связанное с позднедевонским-раннекаменноугольным рифтогенезом. Этот рифтинг, как отмечали В.Е. Хаин с соавторами [1], на рассматриваемой территории привел к образованию Алазейско-Южно-Аннуйского океана (залив Пацифика), который отделил Новосибирский блок от Колымо-Омолонского блока. По-видимому, одновременно образовался и Оймяконский океан, отделивший Колымо-Омолонский блок от Сибирского континента (как было сказано выше, мы придерживаемся мнения, что Колымо-Омолонский блок в верхнем докембрии – нижнем палеозое входил в состав Сибирского континента). В.Е. Хаин с соавторами [1] предполагают, что эти два океана соединились (по-видимому, на северо-западе – в современных координатах).

Об основных этапах развития шельфа Восточно-Сибирского моря можно судить по строению и вещественному составу палеозойских и раннемезозойских отложений, выходящих на дневную поверхность на островах Новосибирского архипелага.

На островах Де-Лонга известны раннепалеозойские, мезозойские и кайнозойские осадочные

и магматические формации. Наиболее древними из вскрытых современным эрозионным срезом являются кембрийские отложения мощностью 500 м на о-ве Беннетта. В нижней половине разреза встречаются трилобиты амгинского и майского ярусов Сибирской платформы. Выше, по-видимому, согласно залегают переслаивающиеся аргиллиты и алевролиты с прослоями существенно кварцевых песчаников с тремадокскими и аренигскими граптолитами. Разрез венчается пачкой пестрых кварцевых песчаников, относимых к ордовика предположительно.

На о-ве Генриетта ордовик представлен вулканогенными турбидитами, лавами и мелкими интрузиями. Разрез подразделяется на четыре толщи: кварцито-песчаниковую (170 м), туфоаргиллитовую с песчаниками, ритмично слоистую (не менее 150 м), туфогенную гравелито-песчаниковую с прослоями алевролитов, туфов и покровов базальтоидных лав (370 м). Эта толща с перерывом трансгрессивно ложится на туфоаргиллитовую толщу. Верхней считается базальтовая толща (160 м), контактирующая с остальными толщами по разлому.

Палеозойские-нижнемезозойские отложения выходят на дневную поверхность на островах Новосибирского архипелага, в западных частях островов Котельный и Бельковский. Здесь выделяются с юга на север Чокурский антиклинорий, Балыктахский синклинорий и Решетниковский антиклинорий, имеющие северо-западное простирание. В составе разрезов доломиты и известняки ордовика–нижнего девона (до 4100 м), выше по разрезу с угловым несогласием залегают среднедевонские известняки (до 1000 м). Среднедевонские известняки с размывом перекрыты верхнедевонско-нижнекаменноугольными терригенными отложениями, толщина которых при движении на восток сокращается с 7900 м до 2500 м (здесь можно предположить о весьма высокой вероятности повторения разреза). В пределах Решетниковского антиклинория и Балыктахского синклинория отложения верхнего девона и нижнего карбона отсутствуют. Севернее на о-ве Котельный отложения этого возраста отсутствуют. В северо-западной части этого острова среднедевонские отложения с угловым несогласием перекрываются среднекаменноугольными-нижнепермскими известняками и верхнепермскими аргиллитами суммарной толщиной 400 м [6]. Выше по разрезу с размывом залегают глинистые отложения триаса и юры. С угловым несогласием на юрских отложениях залегают апт-альбские терригенные угленосные отложения (немногим более 500 м), содержащие в верхней части разреза покровы и туфы риолитов. Завершается разрез сеноманской толщей

переслаивания песчаников, алевролитов и глин видимой толщиной около 100 м.

В капитальном труде [3] принята точка зрения о том, что архипелаг Новосибирских островов является, согласно известной ротационной гипотезе (по Granzetal., 1998), террейном, который до конца раннего карбона являлся частью Северо-Азиатского (Сибирского) кратона, а затем он в позднем триасе переместился к континентальному склону Северной Америки, а в юре вновь возвратился к Северо-Азиатскому кратону. Основной аргумент – присутствие в глубоководных отложениях триаса северо-аляскинских фаунистических ассоциаций. На наш взгляд, нет нужды в столь замысловатых палеогеографических построениях. Примерно об этом же пишут М.Г. Леонов с соавторами [7], что «в начале мезозоя, до появления Американо-Сибирского океанического котловины, блок Новосибирских островов составлял единый террейн как с Восточно-Сибирским шельфовым массивом...» и что «Восточно-Сибирский арктический шельфовый блок не является экзотическим террейном, перемещенным в мезозое от Арктической Канады, но является продолжением Сибирских структур» (с. 20). Правда, они же пишут, что эти два элемента составляли еще на начало мезозоя с Сибирской платформой единое целое. Но это вряд ли логично, поскольку эти же авторы утверждают, что «палеоарктический (Аньюский) океанический бассейн существовал по крайней мере с позднего палеозоя и до первой половины поздней юры» (с. 23).

По-видимому, уже в среднем девоне Новосибирский блок начинает отделяться от Сибирского кратона. Угловое несогласие в основании разреза среднего девона синхронно со среднепалеозойским рифтогенезом в пределах Сибирского кратона. Это несогласие в основании разреза среднего карбона на о-ве Котельный можно рассматривать как доказательство спрединга Палеоверхоянского среднепалеозойского рифта с образованием океанического бассейна. Можно предположить, что верхнедевонские отложения Чокурского антиклинория формировались в достаточно глубоком трюге. «Восточным» бортом этого океанического бассейна, по-видимому, были Колымо-Омолонский блок, блок современного Новосибирского архипелага. Следовательно, разрез западной части Новосибирского архипелага можно рассматривать как фрагмент отложений северного склона этого океанического бассейна. Кроме того, нахождение в разрезе Новосибирских островов пермско-триасовых траппов, синхронных траппам Сибирской платформы и сходных по геохимическим характеристикам [8], позволяет, по крайней мере, гово-

рить о незначительном «удалении» блока Новосибирского архипелага от Сибирского кратона. Приводящаяся В.Е. Хаиным с соавторами [1], критически относящимися к такому выводу, аргументация о широком географическом распространении позднепермских триасовых траппов и не о жесткой привязке к их к Сибирскому кратону, на наш взгляд, не отрицает его. Так, по Н. Л. Добрецову [9], распространение траппов хоть и носит трансплитный характер, но намечается различие в последовательности магматических серий – в Южном Китае, например, наблюдается обратная, по отношению к Сибирской платформе, последовательность – от толеитовой к щелочной.

С позднего палеозоя на южном склоне Новосибирского блока формируется пассивная континентальная окраина (рисунок). О составе и строении толщи, сформировавшейся в пределах пассивной континентальной окраины, можно только предполагать по фрагментам разрезов позднепалеозойских и раннемезозойских отложений о-ва Котельный, а также по разрезам нижнего мезозоя низовьев р. Колымы. В низовьях р. Колымы (Чукотский миогеосинклинальный террейн, по М.И. Кузьмину и др, 2001) развита толща переслаивания морских песчаников, алевролитов и аргиллитов триасового возраста.

На севере Колымско-Омолонского блока, на южном борту Южно-Аньюского океана, формируется соответственно активная континентальная окраина. В пределах последней развивались энсиматические островные дуги и задуговые бассейны [7].

В конце мела – начале палеогена под воздействием процессов растяжения в трансформированной в результате закрытия Южно-Аньюского океана верхнедевонской-неокомской линзе пассивной континентальной окраины Новосибирского блока, ставшей частью фронтальной Новосибирско-Врангеля-Геральда-Бруксовской зоны, формируется рифтовая система северо-западного простирания, продолжающаяся на юго-востоке рифтовой системой Северо-Чукотского бассейна [1]. В результате дальнейшего погружения начинается формирование Восточно-Сибирского надрифтового бассейна, в основании которого залегает рифт. В этом бассейне накапливались глинисто-алевритовые и алевритоглинистые осадки. Возраст этих отложений апт-кайнозойский. В течение всего развития Восточно-Сибирского прогиба его структура представляла собой систему впадин, разделенных существенно приподнятыми седловинами. Толщина отложений в пределах впадин достигала 9–10 км, а в пределах седловин не пре-

вышла 5 км [1]. В пределах Восточно-Сибирского прогиба, по данным сейсмических исследований [10], прослеживается большое количество разрывных нарушений, которые контролируют распределение толщин осадочного чехла – впадины с максимальной толщиной разреза разделяются горстообразными поднятиями и седловинами. А плиоцен-плейстоценовые отложения, залегающие плащеобразно, нивелируют предшествующий структурный план.

На основе изложенных наших представлений заметим, что они хорошо увязываются с выводами Н.П. Лаверова с соавторами [2], которые выделяют три основных этапа мезозойско-кайнозойской эволюции Арктического региона – именно с первым этапом, продолжавшимся с поздней юры до апта, приведшим к образованию Канадской котловины, связаны коллизия Новосибирского блока и Восточно-Сибирского шельфового массива (выделявшегося В.Е. Хаином с соавторами) с активной континентальной окраиной Колымо-Омолонского блока и закрытие Южно-Ануйского океанического бассейна.

Процесс растяжения в пределах Новосибирско-Чукотско-Бруксовской системы сопровождался образованием наложенных впадин: Южно-Чукотская, Хоуп [1]. На наш взгляд, на севере Аляски формирование впадины Колвилл в это время происходило не в результате процесса растяжения, которому подвергалась Новосибирско-Чукотская система, как считал В.Е. Хаин, а за счет изостатической реакции континентальной коры на перемещение в позднеюрское, альбское и раннетретичное время обширных надвиговых пластин на север через хр. Брукса [11] и шарьирования тектонических пластин складчатого пояса на север. По оценкам этих исследователей в южном предгорье хр. Брукса в аптское и альбское время возникло, по крайней мере, 6 пологих надвигов, каждый из которых занимал площадь в несколько тысяч квадратных километров. Суммарное перемещение достигало 250 и даже 400 км. История развития Северной Аляски существенно отличалась от последовательности событий в Новосибирско-Чукотском сегменте. По нашим представлениям [12], в позднем палеозое северный склон Аляски представлял собой пассивную континентальную окраину океанического залива Тихоокеанского. К этому же выводу позднее пришли и американские геологи [13–14]. Можно допустить, что синхронно с закрытием Южно-Ануйского океанического залива происходило и закрытие океанического залива на Аляске в результате надвигания островодужных комплексов, формирования прогиба Колвилл и орогена хр. Брукса. Здесь следует обратить внимание на одно

обстоятельство. В пределах Новосибирского блока не устанавливаются признаки формирования краевого прогиба верхнеюрского-нижнемелового возраста перед формирующимся, в результате коллизии линзы пассивной континентальной окраины с островодужными комплексами, Ануйско-Чукотским складчатым поясом. Если же рассматривать формирование краевого прогиба как следствие изостатического погружения под воздействием нагрузки надвигаемых пластин складчатого пояса, то можно предположить, что надвинутые структуры Ануйско-Чукотского складчатого пояса перекрыли, возможно, существовавший в верхней юре – нижнем мелу на южном склоне Новосибирского блока краевой прогиб. Другими словами, в пределах Новосибирского консолидированного блока под воздействием, как отмечалось выше, последовавшего процесса растяжения в Арктическом бассейне в теле трансформированной линзы континентальной окраины, в отличие от северного склона Аляски, формируется рифтовая система, над которой в последующем сформировался Восточно-Сибирский бассейн.

В заключение отметим, что до среднего палеозоя архипелаг Новосибирских островов (Новосибирский блок) являлся частью Сибирского кратона. Одним из ключевых событий в геологической истории рассматриваемой территории является формирование Южно-Ануйского малого океанического бассейна, связанного со позднедевонским-раннекаменноугольным рифтогенезом. С позднего палеозоя на южном склоне Новосибирского блока формируется пассивная континентальная окраина. После закрытия Южно-Ануйского океана под воздействием процессов позднемелового растяжения в Арктическом бассейне в верхнедевонской-неокомской линзе пассивной континентальной окраины Новосибирского блока формируется рифтовая система северо-западного простирания, над которой в последующем сформировался Восточно-Сибирский бассейн.

## Литература

1. Хаин В.Е., Филатова Н.И., Полякова И.Д. Тектоника, геодинамика и перспективы нефтегазоносности Восточно-Арктических морей и их континентального обрамления: Труды Геол. ин-ститута РАН. М.: Наука, 2009. 227 с.
2. Лаверов Н.П., Лобковский М.В., Добрецов Н.Л., Соколов С.Д., Шитлов Э.В. Базовая модель тектонического развития Арктики как основа для подготовки объявленной заявки России в Комиссию ООН на установление внешней

границы континентального шельфа // Арктика. Экология и экономика. 2012. №2(6). С. 4–19.

3. *Тектоника, геодинамика и металлогения территории Республики Саха (Якутия)*. М.: Наука/Интерпериодика», 2001. 560 с.

4. *Драчев С.С.* О тектонике фундамента шельфа моря Лаптевых // Геотектоника. 2002. №6. С. 60–70.

5. *Хаин В.Е.* Историческая геология. М.: Изд-во МГУ, 1997. 448 с.

6. *Камалетдинов М.А., Казанцев Ю.В., Казанцева Т.Т.* Происхождение складчатости. М.: Наука, 1981. 135 с.

7. *Леонов М.Г., Балувев А.С., Кузьмичев А.Б., Леонов Ю.Г. и др.* Тектоника арктического шельфа России в исследованиях Геологического института РАН // Нефть, газ Арктики: Материалы Международной научно-технической конференции. М.: Интерконтакт/Наука, 2007. 352 с.

8. *Kuzmichev A.B., Pease V.L.* Siberia trap magmatism in the New Siberian Islands; constrains for Arctic Mesozoic plate reconstruction // J. Geol. Soc. London. 2007. V. 164, № 5. P. 959–968.

9. *Добрецов Н.Л.* Геологические последствия термохимической модели плюмов // Геология и геофизика. 2005. №9. С. 870–890.

10. *Петровская Н.А., Тришкина С.В., Савишкина М.А.* Основные черты геологического строения российского сектора Чукотского моря // Геология нефти и газа. 2008. №6. С. 20–28.

11. *Латрэм Э., Грантц А., Барнс Д.* Аляска. Мезозойско-кайнозойские складчатые пояса. Т.2 (пер. с англ.). М.: Мир, 1977. С. 205–237.

12. *Сафронов А.Ф.* История нефтегазообразования и нефтегазоаккумуляции в краевых системах севера Тихоокеанского пояса: Автореф. дис. ... д.г.-м.н. М., 1987. 36 с.

13. *Houseknecht D.W., Bird K.J.* Oil and gas resources of the Alaska petroleum province // US Geol. Surv. Prof. Pap. 2005. 1732 –A.

14. *Sherwood K.W., Jonson P.P., Craig J.D. et al.* Structure and stratigraphy of the Hanna Trough, US Chukchi Shelf, Alaska // Tectonic evolution of the Bering Shelf- Chukchi Sea – Arctic Margin and adjacent landmasses/ Ed.E.L. Miller et al. Boulder: Geol. Soc. Amer.2002. P. 39–66.

Поступила в редакцию 23.03.2016

УДК 553.078;553.81(571.56)

## **Закономерности образования и размещения промышленных россыпей алмазов в Накынском кимберлитовом поле (Якутская алмазоносная провинция)**

О.К. Килижеков\*, А.В. Толстов\*\*

\*Ботуобинская геологоразведочная экспедиция АК «АЛРОСА», г. Мирный

\*\*Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, г. Новосибирск

*Первые алмазы в Средне-Мархинском алмазоносном районе (Западная Якутия) были выявлены амакинскими геологами в 1950 г. в русловом аллювии р. Марха. После 40 лет длительных поисков в бассейне р. Накын на глубине 60–80 м бурением были обнаружены высокоалмазоносные кимберлитовые трубки Ботуобинская (1994), Нюрбинская (1996) и Майская (2006), сопровождаемые погребенными россыпями алмазов. Исследования строения и состава алмазных россыпей позволили авторам выявить главные закономерности их образования и размещения, обусловленные особенностями геолого-структурного строения района и историей его развития в палеозое и мезозое. Эти особенности определили форму и строение коренных кимберлитовых тел, а также обусловили формирование промышленных россыпей алмазов. Выводы авторов позволяют прогнозировать новые коренные месторождения алмазов в Средне-Мархинском районе.*

Ключевые слова: кимберлиты, алмазы, погребенные россыпи, Накынское кимберлитовое поле, Якутская алмазоносная провинция.

---

КИЛИЖЕКОВ Олег Константинович – гл. геолог, olegkil@mail.ru; ТОЛСТОВ Александр Васильевич – д.г.-м.н., зам. директора, tolstov@igm.nsc.ru.